

**PENGARUH WAKTU PENGADUKAN DAN DOSIS
KOAGULAN TAWAS TERHADAP PENURUNAN KADAR
CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) DAN FOSFAT PADA
LIMBAH CAIR *LAUNDRY* MENGGUNAKAN METODE
KOAGULASI - FLOKULASI**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh :

NUR FATIMAH

D 500 150 097

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH WAKTU PENGADUKAN DAN DOSIS KOAGULAN TAWAS
TERHADAP PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND*
(COD) DAN FOSFAT PADA LIMBAH CAIR *LAUNDRY*
MENGUNAKAN METODE KOAGULASI - FLOKULASI**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

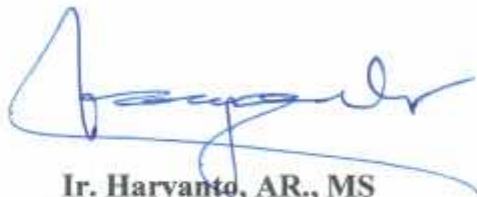
NUR FATIMAH

D 500 150 097

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen

Pembimbing



Ir. Harvanto, AR., MS

NIP. 196307051190031002

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH WAKTU PENGADUKAN DAN DOSIS KOAGULAN TAWAS
TERHADAP PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND*
(COD) DAN FOSFAT PADA LIMBAH CAIR *LAUNDRY*
MENGUNAKAN METODE KOAGULASI - FLOKULASI**

**OLEH
NUR FATIMAH
D500150097**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 12 Februari 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji :

1. Ir. Haryanto, AR., MS
(Ketua Dewan Penguji)
2. Dr. Akida Mulyaningtyas, S.T., M.Sc
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Tri Widayatno, ST., M.Sc
(Anggota II Dewan Penguji)



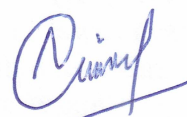
Dekan
Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 09 April 2019
Penulis



NUR FATIMAH
D500150097

**PENGARUH WAKTU PENGADUKAN DAN DOSIS KOAGULAN TAWAS
TERHADAP PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND*
(COD) DAN FOSFAT PADA LIMBAH CAIR *LAUNDRY*
MENGUNAKAN METODE KOAGULASI – FLOKULASI**

Abstrak

Pencemaran lingkungan dapat berasal dari limbah padat, cair dan gas. Salah satu pencemar limbah cair yaitu limbah cair dari usaha *laundry*. Limbah tersebut mengandung berbagai macam parameter yang dapat mencemari lingkungan, seperti *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solid* (TSS), fosfat, dan sebagainya. Metode yang dapat digunakan untuk menurunkan parameter yang ada dalam limbah cair *laundry* salah satunya adalah metode koagulasi-flokulasi. Metode tersebut dipilih karena prosesnya yang mudah dan sederhana, efektif serta biayanya terjangkau. Jenis koagulan yang digunakan yaitu aluminium sulfat atau yang biasa disebut dengan tawas. Tawas ini dapat berupa padatan maupun cairan serta mudah didapat. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan fosfat pada limbah *laundry* dengan menggunakan tawas agar kadar yang didapat sesuai dengan baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan. Variasi dosis koagulan tawas yaitu 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25 gr/L dan waktu pengadukan yaitu 5, 10, 15, 20, dan 25 menit. Untuk mengetahui penurunan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dilakukan pengujian dengan reflux tertutup dengan spektrofotometri, dan pengujian penurunan kadar fosfat dengan spektrofotometri.

Kata Kunci : Chemical Oxygen Demand (COD), fosfat, koagulasi-flokulasi, tawas, limbah cair laundry

Abstract

Environmental pollution can come from solid, liquid and gas wastes. One of the liquid pollutions originates waste from the laundry business. There are various kinds of parameters that have impacts to the environment, such as Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solid (TSS), phosphate, and others. One method that can be used to reduce the parameters in laundry liquid waste is the coagulation-flocculation. This method is regarded as easy, simple, effective and affordable. The type of coagulant used is aluminum sulfate or commonly called alum. It can be either solid or liquid and easily obtained. This research's aimed to reduce the levels of Chemical Oxygen Demand (COD) and phosphate in laundry waste by using alum to meet wastewater quality standards. Alum coagulant doses variation were 0.25; 0.5; 0.75; 1; 1.25 gr / L and stirring time which were 5, 10, 15, 20 and 25 minutes. To determine the decrease in the level of Chemical Oxygen Demand (COD), a closed reflux test was carried out with spectrophotometry, as well as testing for a decrease in phosphate levels by spectrophotometry.

Keywords: Chemical Oxygen Demand (COD), phosphate, coagulation-flocculation, alum, liquid laundry waste

1. PENDAHULUAN

Bertambahnya populasi penduduk di Indonesia, terutama di daerah perkotaan mengakibatkan dampak dalam berbagai hal. Semakin tinggi aktivitas penduduk kota terutama kalangan mahasiswa, dapat memicu perkembangan dalam industri pencucian pakaian yang sangat pesat. Perkembangan tersebut disebabkan karena tingginya permintaan penduduk terutama mahasiswa dalam layanan jasa rumah tangga karena tidak dapat memenuhi kebutuhan tersebut secara mandiri (Adyisti, et al., 2014; Nugroho, 2014).

Air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari aktivitas sehari-hari yang berkaitan dengan penggunaan air. Terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam baku mutu air limbah domestik, seperti *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan fosfat (PO_4). Untuk menurunkan parameter yang ada dalam baku mutu air limbah domestik khususnya industri *laundry* dapat dilakukan dalam berbagai metode. Metode yang sederhana dan mudah untuk diterapkan yaitu koagulasi dan flokulasi. Serta metode tersebut memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Adyisti et al., 2014; Wolf, et al., 2015).

Bahan dasar deterjen pada umumnya tersusun atas surfaktan yang terdiri antara 20-30%, bahan *builder* (senyawa fosfat) antara 70-80% dan bahan aditif (pemutih, pewangi) antara 2-8% (Daud., Andrio, 2008). Menurut (Astuti., Sinaga, 2015), ammonium klorida, LAS, sodium dodecyl benzene sulfonate, natrium karbonat, natrium sulfat, alkilbenzene sulfonate merupakan bahan aktif yang banyak terkandung pada pelembut pakaian dan deterjen.

Air limbah *laundry* memiliki standar lingkungan air limbah yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah yang disajikan pada tabel 1 :

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri
Sabun, Deterjen dan Produk Produk Minyak Nabati

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (Kg/Ton)		
		Sabun	Minyak Nabati	Deterjen
BOD ₅	75	0,6	1,88	0,075
COD	180	1,44	4,5	0,18
TSS	60	0,48	1,5	0,06
Minyak dan Lemak	15	0,12	0,375	0,015
Fosfat (PO ₄)	2	0,016	0,05	0,002
MBAS	3	0,024	0,075	0,003
pH	6,0 - 9,0			
Debit Limbah Paling Tinggi Sabun		8 m ³ per ton produk sabun	25 m ³ per ton produk minyak nabati	1 m ³ per ton produk deterjen

Sumber (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup, 2014)

Parameter dalam air limbah terdiri dari beberapa, namun kandungan yang memiliki tingkat bahaya yang tinggi yaitu fosfat, kandungan fosfat yang tinggi berasal dari *sodium tripolyfosfat* (STTP) (Mu'in, et al 2017) dapat menyebabkan eutrofikasi dimana badan air menjadi kaya akan *nutrient* terlarut, menurunnya kandungan oksigen terlarut dan kemampuan daya dukung badan air terhadap biota air (Wardhana, H, R, 2013). Fosfat juga dapat menghambat sistem metabolisme dari organisme yang hidup di dalam air yang memerlukan cahaya matahari (Saputra., Suparno, 2016). Metode kimia merupakan metode yang paling efektif dalam penurunan kadar *fosfat* yaitu melalui penambahan koagulan (Hutomo, 2015). Selain itu terdapat proses sedimentasi yaitu pengendapan flok yang telah terbentuk pada proses flokulasi akibat adanya gaya gravitasi (Kurniawan, 2016).

Proses pengolahan limbah cair *laundry* yang digunakan adalah koagulasi dan flokulasi. Koagulasi dan flokulasi merupakan proses koloid dan padatan kasar tersuspensi dari air limbah distabilkan, dikumpulkan lalu akhirnya dihilangkan. Kunci utama pada proses koagulasi dan flokulasi yaitu selama

pengolahan air limbah semakin meningkat jumlah lumpur yang dihasilkan dan baik yang disebabkan dari penambahan bahan kimia serta presipitat terbentuk sehingga padatan yang hilang meningkat (Kavvalakis, et al, 2016).

Menurut (Pratiwi, et al, 2012) kualitas limbah cair *laundry* setelah diolah dengan tawas dan karbon aktif mengalami perbaikan dan memenuhi standar baku mutu. Efisiensi penurunan : pH (5,52%), konduktivitas (58,90%), BOD (82,00%), COD (81,39%), TSS (92,25%), TDS (55,56%), deterjen (57,72%), fosfat (92,28%).

Berdasarkan uraian diatas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan dan konsentrasi (dosis) koagulan tawas yang digunakan terhadap penurunan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), fosfat (PO_4) dalam air limbah *laundry*.

2. METODE

Pada penelitian ini, dilakukan pengolahan untuk menurunkan kadar COD dan fosfat dalam limbah cair *laundry* dengan menggunakan metode koagulasi-flokulasi. Koagulan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aluminium Sulfat. Untuk penentuan kadar COD, metode yang digunakan adalah refluks tertutup sesuai dengan SNI 6989.2 tahun 2009. Untuk penentuan kadar fosfat menggunakan metode APHA-2002. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Sub-Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Sebelas Maret dengan waktu pelaksanaan bulan Oktober 2018-Januari 2019.

2.1 Pengambilan Sampel

Sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu dari limbah *laundry* buatan menggunakan deterjen X dengan berat 40 g dilarutkan dalam air sebanyak 15 liter.

2.2 Koagulasi-Flokulasi

Limbah cair *laundry* diambil sebanyak 1000 mL, dan dimasukkan ke dalam gelas beaker. Lalu ditambahkan tawas sebagai koagulan dengan variasi massa koagulan 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,2 g/L dengan menggunakan proses *Jar-Test* untuk

masing-masing sampel. Untuk menghomogenkan larutan pada proses koagulasi dilakukan pengadukan dengan variasi waktu pengadukan 1 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Pada proses flokulasi dilakukan pengadukan lambat dengan kecepatan 40 rpm selama 4, 9, 14, 24 menit atau sampai terjadi penggabungan inti endapan menjadi molekul yang lebih besar (flok). Flok yang terbentuk selanjutnya dipisahkan dengan cairannya yaitu dengan cara pengendapan atau pengapungan selama 15 menit. Setelah itu dilakukan pengukuran terhadap COD dan fosfat.

2.3 Uji Kadar COD

Pipet volume contoh uji sebanyak 2,5 mL, lalu menambahkan larutan pencerna konsentrasi rendah sebanyak 1,5 mL dan 3,5 mL larutan pereaksi asam. Tutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen. Jika larutan berwarna kuning, maka larutan tersebut dapat di refluks dalam COD reaktor selama 2 jam dengan suhu 150 °C, lalu didinginkan sampai suhu ruang. Setelah larutan dingin, lalu baca serapan pada panjang gelombang 420 nm dalam spektrofotometer UV-Vis. Jika warna kuning pada larutan hilang maka ulangi langkah awal. Hal tersebut menandakan bahwa $C > 90$ mg/L. Setelah menambahkan beberapa larutan sesuai prosedur, lalu tutup tabung dan kocok perlahan sampai larutan homogen. Jika larutan berwarna *orange* sampai dengan hijau muda maka larutan tersebut dapat di refluks dalam COD reaktor selama 2 jam dengan suhu 150 °C, lalu didinginkan sampai suhu ruang. Setelah larutan dingin, lalu baca serapan pada panjang gelombang 600 nm dalam spektrofotometer UV-Vis. Jika larutan berwarna hijau tua sampai dengan biru maka larutan tersebut harus dilakukan pengenceran dengan aquadest menyesuaikan warna larutan. Setelah itu ulangi langkah dari awal dan dibaca serapan pada panjang gelombang 600 nm dalam spektrofotometer UV-Vis. Setelah absorbansi diperoleh maka kadar COD dapat dihitung berdasarkan persamaan linier kurva kalibrasi.

2.4 Uji Kadar Fosfat

Pipet volume contoh uji sebanyak 100 mL, lalu dimasukkan ke dalam gelas beaker, setelah itu menambahkan 1 tetes indikator PP. Jika terjadi perubahan warna larutan menjadi merah muda maka tambahkan larutan H_2SO_4 tetes demi

tetes secukupnya sampai warna larutan hilang (tidak berwarna). Jika larutan sudah tidak berwarna, larutan dapat ditambahkan 4 mL ammonium molibdat dan 0,5 mL larutan SnCl_2 ke dalam gelas beaker. Tutup tabung dan kocok perlahan hingga larutan homogen. Masukkan larutan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer UV-Vis, baca dan catat serapan pada $\lambda = 880 \text{ nm}$. Setelah absorbansi diperoleh maka kadar fosfat dapat dihitung berdasarkan persamaan linier kurva kalibrasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Limbah Sintetis

Pembuatan limbah sintetis *laundry* menghasilkan limbah deterjen, kemudian dilanjutkan dengan *treatment* koagulasi dan flokulasi dengan koagulan tawas. *Treatment* koagulasi dan flokulasi dilakukan dengan variasi waktu pengadukan dan dosis koagulan yang ditambahkan.

3.2 *Treatment* Koagulasi Flokulasi

Dari penelitian ini diperoleh hasil dari *treatment* koagulasi flokulasi sejumlah variasi waktu pengadukan dan dosis koagulan yang ditambahkan. Hasil tersebut berupa flok yang terbentuk dari *treatment*, flok-flok tersebut mengendap di bawah dan terpisahkan oleh cairan.

3.3 Uji Kadar COD

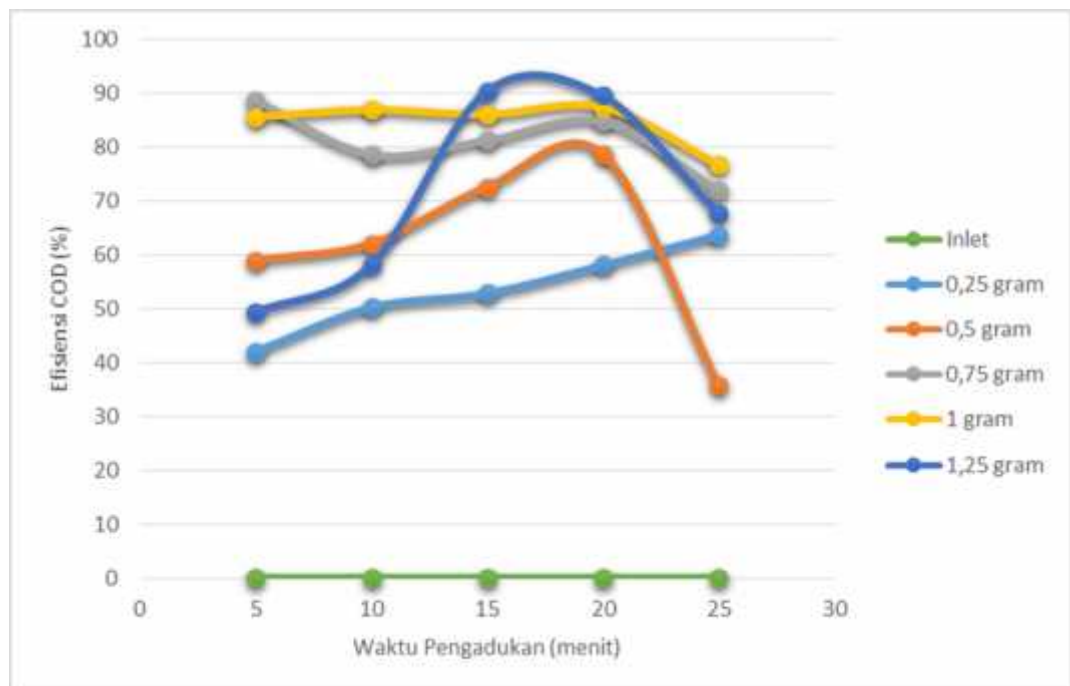
Dari penelitian didapatkan hasil kadar COD pada berbagai variasi waktu pengadukan dan dosis koagulan tawas, yang disajikan pada tabel 2,3, dan gambar 1 :

Tabel 2. Data hasil uji COD limbah cair *laundry*

No	Waktu Pengadukan (Menit)	Kadar Awal (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Efisiensi Kadar COD (%)				
				Massa Koagulan Tawas (gram/L)				
				0,25	0,5	0,75	1	1,25
1	5	766,985	180	41,98	59,04	88,78	85,72	49,42
2	10	766,985	180	50,29	62,1	78,72	87,03	58,17
3	15	766,985	180	52,92	72,59	81,35	86,16	90,53
4	20	766,985	180	58,17	78,72	84,84	87,46	89,65
5	25	766,985	180	63,85	35,86	72,16	76,97	67,79

Tabel 3. Data lapangan hasil uji COD limbah *laundry*

Waktu Pengadukan (Menit)	Massa (g/L)	Efisiensi (%)
0	1,25	0
15		94,30



Gambar 1. Hubungan pengaruh waktu pengadukan dan dosis koagulan terhadap nilai efisiensi COD (%)

Dari grafik pada gambar 1, dapat diketahui bahwa nilai efisiensi penurunan kadar COD yang tertinggi terdapat pada titik ketujuh yaitu 15 menit dan dosis koagulan tawas 1,25 gram/L dengan nilai kadar COD sebesar 72,367 mg/L. Penambahan koagulan tawas sangat berpengaruh terhadap kadar COD. Semakin banyak penambahan koagulan tawas nilai kadar COD mengalami penurunan. Serta semakin lama waktu pengadukan maka nilai kadar COD mengalami penurunan. Namun, terdapat dosis optimum sehingga mencapai titik jenuh. Nilai optimum untuk menurunkan kadar COD yaitu pada waktu pengadukan 15 menit dengan dosis 1,25 gram/L.

3.4 Uji Kadar Fosfat

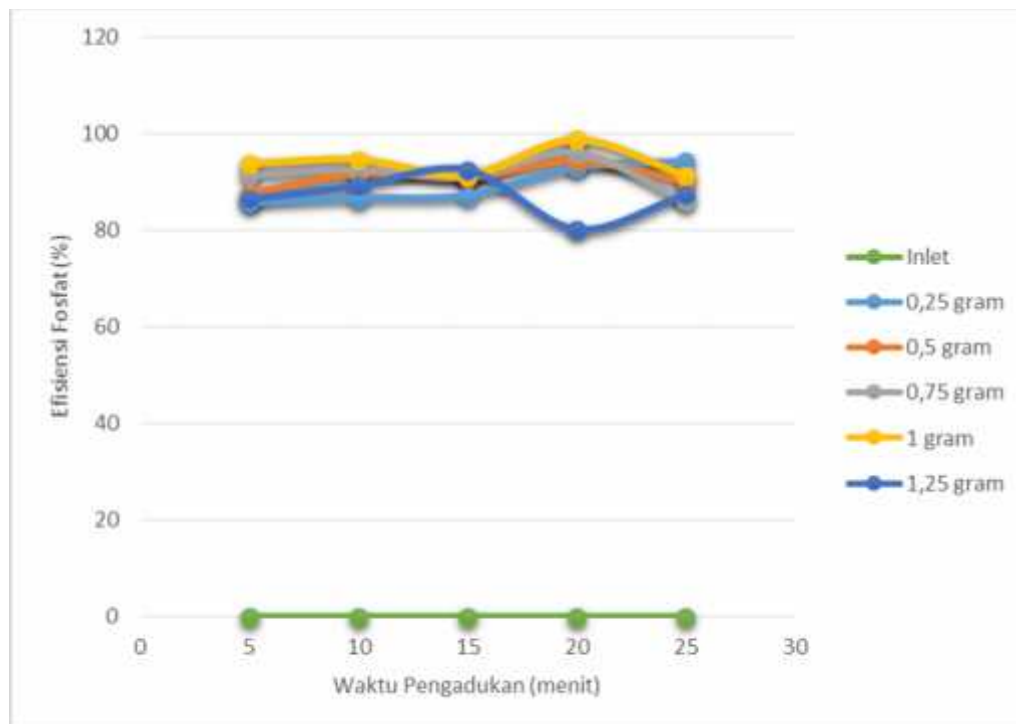
Dari penelitian didapatkan hasil kadar Fosfat pada berbagai variasi waktu pengadukan dan dosis koagulan tawas, yang disajikan pada tabel 4,5, dan gambar 3:

Tabel 4. Data hasil uji Fosfat limbah cair *laundry*

No	Waktu Pengadukan (Menit)	Kadar Awal (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Efisiensi Kadar Fosfat (%)				
				Massa Koagulan Tawas (gram/L)				
				0,25	0,5	0,75	1	1,25
1	5	3,2984	2	85,72	87,58	91,43	93,87	86,54
2	10	3,2984	2	86,65	91,78	92,71	94,69	89,33
3	15	3,2984	2	87,23	90,96	91,31	91,54	92,59
4	20	3,2984	2	93,06	94,46	96,09	98,77	80,25
5	25	3,2984	2	94,34	90,15	86,07	91,43	87,35

Tabel 5. Data lapangan hasil uji Fosfat limbah cair *laundry*

Waktu Pengadukan (Menit)	Massa (g/L)	Efisiensi (%)
0	1	0
20		97,94



Gambar 2. Hubungan pengaruh waktu pengadukan dan dosis koagulan terhadap nilai efisiensi fosfat (%)

Dari grafik pada gambar 2, dapat diketahui bahwa nilai efisiensi penurunan kadar fosfat yang tertinggi terdapat pada titik keenam yaitu 20 menit dan dosis koagulan tawas 1 gram/L dengan nilai kadar fosfat sebesar 0,0407 mg/L. Penambahan koagulan tawas sangat berpengaruh terhadap kadar fosfat. Semakin banyak penambahan koagulan tawas nilai kadar fosfat mengalami penurunan. Serta semakin lama waktu pengadukan maka nilai kadar Fosfat mengalami penurunan. Namun, terdapat dosis optimum sehingga mencapai titik jenuh. Nilai optimum untuk menurunkan kadar fosfat terdapat pada waktu pengadukan 20 menit dengan dosis 1 gram/L.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari Penelitian yang telah dilakukan, diperoleh nilai waktu pengadukan dan dosis koagulan yang paling efektif untuk kedua variabel tergantung yaitu uji kadar COD pada 15 menit dan 1,25 gram/L dengan nilai 72,637 dan memiliki

efisiensi sebesar 90,53%. Uji Kadar Fosfat pada 20 menit dan 1 gram/L dengan nilai 0,0407 dan memiliki efisiensi sebesar 98,77%.

Setelah *treatment* dengan koagulan tawas menggunakan metode koagulasi flokulasi mampu menurunkan kadar COD memiliki *range* efisiensi 41,98-90,53%. Sedangkan untuk penurunan kadar fosfat memiliki *range* efisiensi 80,25-98,77%.

Nilai efektifitas *removal* dalam limbah sintesis pada kadar COD lebih kecil daripada nilai *removal* pada limbah *laundry* lapangan. Nilai efektifitas *removal* dalam limbah sintesis pada kadar fosfat lebih besar daripada nilai *removal* pada limbah *laundry* lapangan.

4.2 Saran

Dalam penelitian ini, hasil uji kadar COD dan kadar Fosfat pada limbah *laundry* belum sepenuhnya sempurna, karena masih terdapat beberapa parameter yang berbahaya bagi lingkungan. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan Analisis lebih lanjut untuk uji parameter lain, uji kadar COD dan Fosfat menggunakan metode lain, dan uji kadar COD dan Fosfat dengan limbah *laundry* yang ada di lapangan dengan menggunakan nilai variabel yang sesuai dengan kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adysti, M., Oktiawan, W., Rezagama, A. (2014). Pengolahan Limbah Laundry dengan Penambahan Polyaluminium Chloride (PAC) dan Filter Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(4). Retrieved from eprints.ums.ac.id/39876/1/10 Naskah Publikasi.pdf
- Astuti, S. W., Sinaga, M. S. (2015). Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Metode Biosand, 4(2).
- Daud, D. S., Andrio, D. (2008). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Lokan (Geloina Expansa) Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Fosfat Pada Limbah Cair Laundry, 5, 1–5.
- Hutomo, S. W. S. (2015). Keefektifan Dosis Poly Alumunium Chloride (Pac)

- Dalam Menurunkan Kadar Phosphate Pada Air Limbah Laundry Di Gatak Gede , Boyolali Program Studi Kesehatan Masyarakat.
- Kavvalakis, M. P., Dialynas, E. G., Dialynas, G. E. (2016). Advanced treatment of laundry wastewater with coagulation and flocculation.
- Kurniawan, S. (2016). Analisa Perubahan Kualitas Air Baku Dengan Menggunakan Model Koagulasi Flokulasi B . Tujuan Penelitian Dalam Penelitian Ini Terdapat Beberapa Tujuan Yang Ingin Dicapaiyaitu Sebagai Berikut : 1 . Untuk Menganalisa Perubahan Tingkat Kualitas Air Sampel Sete, *I*, 1–13.
- Mu'in, R., Wulandari, S., Pertiwi, N. P. (2017). Phospat Pada Pengolahan Limbah Laundry, *23*(1), 67–76.
- Nugroho, S. Y., Sumiyati, S., Hadiwidodo, M. (2014). Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Industri Pencucian Pakaian (Laundry) dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Filter Serat Plastik dan Tembikar dengan Susunan Random.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. (2014). Baku Mutu Air Limbah. *Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia*, (1815), 56.
- Pratiwi, Y., Sunarsih, S., Windi, W. F. (2012). Uji Toksisitas Limbah Cair Laundry Sebelum dan Sesudah Diolah dengan Tawas dan Karbon Aktif Terhadap Bioindikator (*Cyprinus carpio* L). *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*, (November), 298–306.
- Saputra, R. A., Suparno. (2016). Teknik Penyaringan Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Sistem Fas (Filtrasi , Absorpsi Dan Sedimentasi) Filtration Technique Of Laundry Liquid Waste Using Fas (Filtration , Absorption , And Sedimentation) System Pendahuluan Air Merupakan Sumber Day, 213–221.
- Wardhana, I. W., Siwi, D., Dessy, I. (2013). Untuk Menurunkan Kandungan Phosphat Pada Limbah Cair (Studi Kasus : Limbah Cair Industri Laundry Di Tembalang , Semarang), 30–40.
- Wolf, G., Schneider, R. M., Bongiovani, M. C., Morgan Uliana, E., Garcia Do Amaral, A. (2015). Application of coagulation/flocculation process of dairy

wastewater from conventional treatment using natural coagulant for reuse.
The Italian Association of Chemical Engineering, 43, 2041–2046.
<https://doi.org/10.3303/CET1543341>